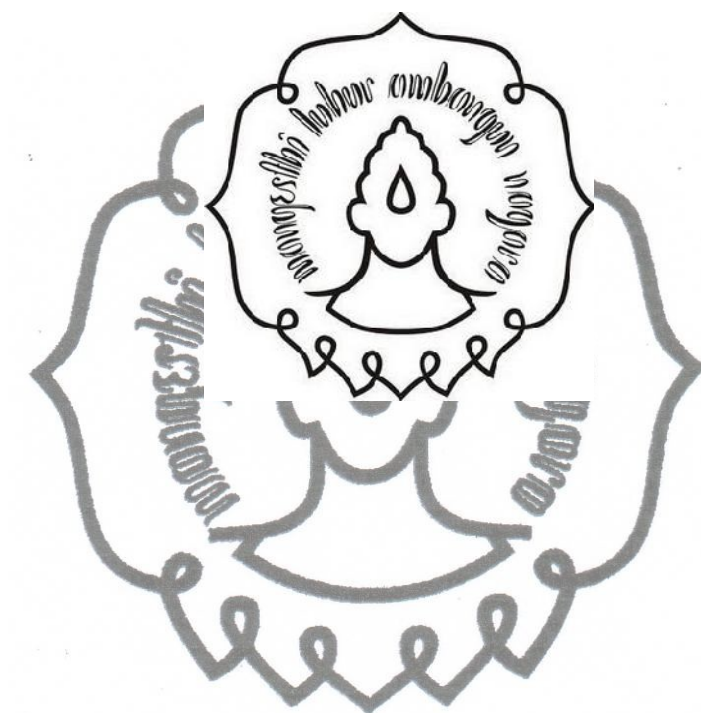


[perpustakaan.uns.ac.id](https://perpustakaan.uns.ac.id)

[digilib.uns.ac.id](https://digilib.uns.ac.id)



*commit to user*

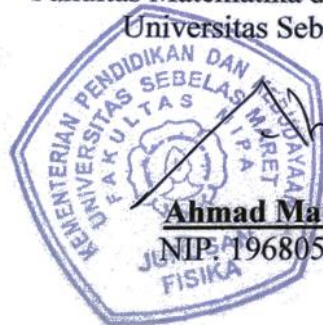
1. Ahmad Marzuki S.Si, Ph.D  
NIP. 19680508 1997021001

2. Ir. Ary Setyawan, M.Sc, Ph.D  
NIP. 196612041995121001

3. Dra. Riyatun, M.Si  
NIP . 196802261994022001

4. Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si  
NIP . 197112271997022001

Disahkan oleh  
Ketua Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



**Ahmad Marzuki S.Si, Ph.D**  
NIP. 19680508 199702 1 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “*FIBER SENSOR TIPE MODULASI INTENSITAS UNTUK APLIKASI PENGUKURAN BEBAN KENDARAAN BERJALAN ( WEIGH IN MOTION )* : FABRIKASI DAN ANALISIS SINYAL OPTIK“ adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 17 Juli 2014

EDI PRASETYO

## MOTTO

*Kadang kita harus berlari untuk bisa berjalan*  
(cuplikan dialog film “Iron man”)

*The Real Warrior never quit.*  
(Cuplikan dialog film “kugfu panda”)

*Ketika kita bergerak semakin cepat, waktu akan bergerak semakin lambat, tetapi  
jika kita bergerak semakin lambat waktu akan bergerak semakin cepat.*

(Einstein)

*Ketika tugas sudah ditangan, kita harus siap melakukan apapun untuk  
menyelesaikannya walaupun raga taruhannya.*

*Waktu bagiku bukan sekedar hitungan angka yang tidak berguna, melainkan  
banyaknya cerita pengalaman yang sudah dilalui.*

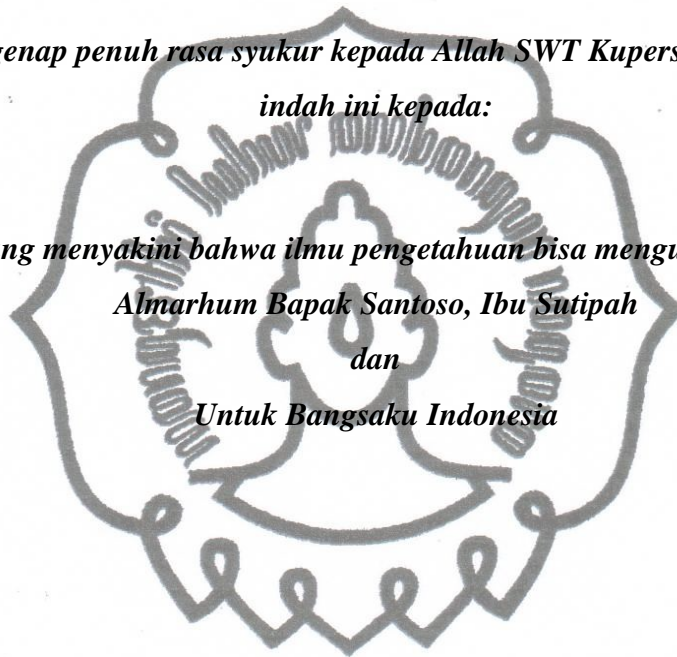
*Hidup adalah perjalanan*

*commit to user*

## PERSEMBAHAN

*Dengan segenap penuh rasa syukur kepada Allah SWT Kupersembahkan karya  
indah ini kepada:*

*Orang yang menyakini bahwa ilmu pengetahuan bisa mengubah segalanya  
Almarhum Bapak Santoso, Ibu Sutipah  
dan  
Untuk Bangsa Indonesia*



*commit to user*

***Fiber Sensor Tipe Modulasi Intensitas untuk Aplikasi Pengukuran Beban Kendaraan Berjalan (Weigh In Motion ): Fabrikasi dan Analisis Sinyal Optik***

EDI PRASETYO

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret. Surakarta

**ABSTRAK**

Salah satu penyebab tingginya tingkat kerusakan jalan adalah jalan menerima beban kendaraan secara berlebih. Untuk Mengurangi hal tersebut maka trafik kendaraan harus dipantau beratnya. Teknologi *Weigh In Motion* (WIM) yang memungkinkan mengukur berat kendaraan secara cepat. Salah satu komponen penting dalam sistem WIM adalah sensor. Tujuan penelitian ini adalah membangun system *fiber sensor* sebagai sensor beban berjalan dan menganalisis sinyal optik keluaran dari *fiber sensor* tersebut. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan prinsip rugi-rugi karena adanya pembengkokan pada serat optik. Penurunan nilai transmitansi akibat adanya rugi-rugi dibaca oleh sistem yang dibuat dan ditampilkan menggunakan program *WIM data acquisition*. Pengujian dilakukan dengan melewati beban berjalan dengan variasi massa dan variasi kelajuan. Perubahan intensitas cahaya akibat perubahan massa beban yang lewat diamati. Dari eksperimen, diperoleh adanya perubahan intensitas cahaya secara linier terhadap perubahan massa. Transmitansi cahaya menurun bila massa bertambah. Pengujian dengan perbedaan kelajuan menunjukkan adanya perbedaan nilai transmitansi pada massa sama. Dari hasil ini disarankan adanya pengelompokkan berdasarkan kelajuan beban berjalan untuk keakuratan sensor WIM.

Kata kunci : *Fiber sensor*, WIM, Transmitansi Cahaya, Massa, Kelajuan

## **Modulation Intensity Type Fiber Sensor as Vehicle Weight Motion Measurement : Fabrication and Optical Signal Analysis**

EDI PRASETYO

Physics Department, Mathematics and Science Faculty, Sebelas Maret  
University Surakarta

### **ABSTRACT**

One factor that made high intensity of breakage roads is roads received overloaded vehicles. In order to decrease that, the weight of vehicles traffic must be monitored. Weigh In Motion (WIM) technology enable measure vehicle weight precisely. One of important component in WIM system is the sensor. this research is aimed to build fiber sensor system as the weight motion sensor and analyzing output optical signal of the fiber sensor. This sensor work based on the optical loss due to the optical fiber bending. The decrease of transmittance value from loss factors read by built system and displayed using WIM data acquisition program. Weight measurement was carried out with many load and speed variations. Variations of light intensity due to the weight can be observed. From the experiments, it can be obtained that light intensity varied linearty compared with changes in the load. Light transmittance decreases ad the weight increases. It is able clear that the measured load weight depends on the load speed. From these result, we can suggest WIM fiber sensor accuray classification based on weight motion speed

Keywords : Fiber sensor, WIM, light transmittance, Mass, Speed



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, inayah dan segala kenikmatan luar biasa banyaknya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi kita Muhammad SAW, keluarganya, para sahabatnya dan umatnya yang selalu istiqomah di jalan kebenaran.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains ini penulis beri judul “*Fiber Sensor Tipe Modulasi Intensitas untuk Aplikasi Pengukuran Beban Kendaraan Berjalan ( Weigh In Motion )*: Fabrikasi dan Analisis Sinyal Optik”. terselesaikannya skripsi ini adalah suatu kebanggaan tersendiri bagi saya. Setelah sekitar lebih dari satu semester penulis harus berjuang untuk bisa menyelesaikan skripsi. Dengan segala suka dan dukanya, pada akhirnya skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

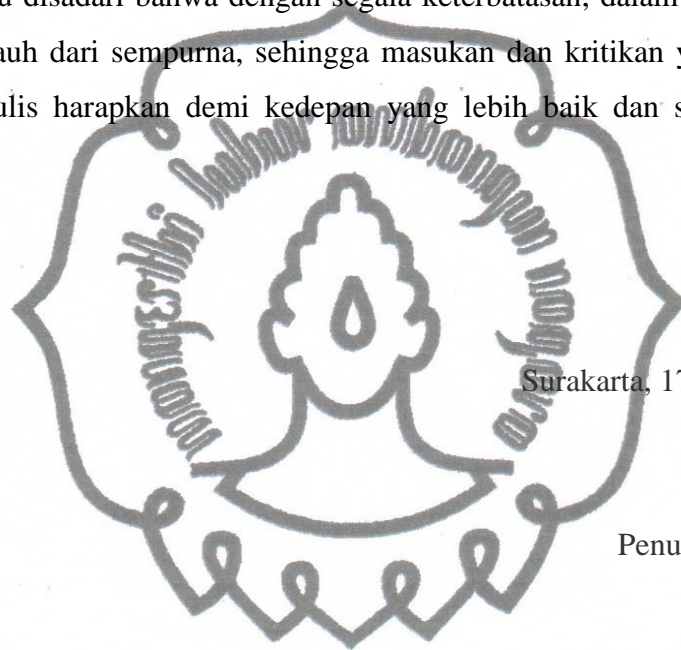
- Bapak Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D selaku pembimbing satu yang banyak mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran beliau dalam menyelesaikan karya indah ini.
- Bapak Ir. Ary Setyawan, M.Sc, PhD selaku pembimbing dua yang banyak mendukung dalam menyelesaikan karya indah ini.
- Keluarga tercinta Ibu Sutipah, Mbak Isma dan Mas Heri, atas semua kasih sayang dan perhatian yang luar biasa kepada penulis.
- Bapak dan Ibu dosen serta Staff di Jurusan Fisika FMIPA UNS yang telah banyak memberikan ilmu tidak ternilai besarnya bagi penulis.
- Sahabat- sahabat di Laboratorium Optics & Photonics Intan, Dedi, Mas Wahyu, Ike, Afrijal, Hendro, Giovano, Mas Adi, Mbak Titin yang banyak memberikan inspirasi bagi penulis.
- Sahabat – sahabat penulis di Inersia 2010 yang selama ini selalu menemani dan memberikan motivasi bagi penulis.



- Keluarga besar Kost Vampir, Ibu kost, Lek No, Mas Siva, Mbak Peni, Rijal, Mas Kurniawan, Kak Nova, Wibowo, Rifai, Mas Andri, Mas Ahyar, Mas Adhin, Mas Ridwan, Mas Priyo, Mas Frenldy, Mas Sapto yang banyak memberikan warna-warni kehidupan bagi penulis.

Semoga amal baik mereka mendapat balasan dari ALLAH SWT dengan berlipat ganda

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan dan kritikan yang membangun sangat penulis harapkan demi kedepan yang lebih baik dan semoga karya ini bermanfaat



Surakarta, 17 Juli 2014

Penulis

## PUBLIKASI

No.	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1.	Pembuatan dan Pengujian Spektrometer Cahaya Dengan Metode Celah Banyak Berbasis Komputer	Edi Prasetyo, Ika Dedy Setiyadi, dan Ahmad Marzuki	<i>Digital Library</i> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta
2.	Analisis Pengukuran Perubahan Profil Cahaya yang Keluar dari Fiber Optik Terbengkokkan	Ika Dedy Setiyadi, Edi Prasetyo, dan Ahmad Marzuki	Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta, 26 April 2014
3.	Studi Awal Sensor Putaran Berbasis Fiber Optik	Intan Fitalia, Edi Prasetyo, dan Ahmad Marzuki	Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta, 26 April 2014

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	4
1.3. Perumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Cahaya dan Gelombang Elektromagnetik .....	6
2.2. Teori Dasar Serat Optik .....	9
2.2.1. Pemantulan dan Pembiasan Cahaya .....	9
2.2.1.1. Proses Pemantulan .....	10
2.2.1.2. Proses Pembiasan .....	11
2.2.2. Pengungkungan Cahaya di dalam Serat Optik .....	14
2.3. Rugi – rugi Pembengkokan serat optik .....	16
2.4. Kelengkungan dan Jari-Jari Kelengkungan .....	17
2.5. Sensor Serat Optik .....	19
2.5.1. Berdasarkan lokasi sensor .....	19
2.5.1.1. Intrinsik sensor .....	19
2.5.1.2. Ekstrinsik sensor .....	20
2.5.2. Prinsip Operasi Sensor .....	20
2.5.2.1. Sensor Serat Optik Modulasi Intensitas .....	21
2.5.2.2. Sensor Serat Optik Modulasi Panjang Gelombang .....	21
2.5.2.3. Sensor Serat Optik Modulasi <i>fase</i> .....	21
2.6. WIM (Weight In Motion) .....	21
2.6.1. Teknologi Sensor Pada Sistem WIM .....	21
2.6.1.1. WIM Dengan Menggunakan <i>Piezoelectric</i> .....	21
2.6.1.2. WIM Dengan Menggunakan <i>Bending Plate</i> .....	22
2.7. Sistem Akuisisi Data .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian <i>it to user</i> .....	25

3.2. Alat dan Bahan .....	25
3.2.1. Alat – alat Penelitian.....	26
3.2.2. Bahan – bahan penelitian.....	26
3.2.3. Software yang digunakan.....	27
3.3. Metode Penelitian .....	27
3.3.1. Persiapan.....	28
3.3.2. Pembuatan <i>Fiber Sensor</i> .....	28
3.3.3. Pembuatan Sumber Cahaya.....	32
3.3.4. Pembuatan Detektor Cahaya.....	33
3.3.5. Pembuatan Sistem ADC.....	34
3.3.6. Pembuatan perangkat lunak.....	34
3.3.7. Pengujian Alat.....	35
3.3.8. Proses Pengambilan Data.....	35
3.3.9. Analisis.....	36
3.3.10. Kesimpulan.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	37
4.1. Hasil Rancangan Alat.....	37
4.1.1. Pembuatan <i>Fiber Sensor</i> .....	39
4.1.2. Pembuatan Detektor Cahaya.....	44
4.1.3. Pembuatan <i>Analog Digital Converter (ADC)</i> .....	45
4.1.4. Pembuatan Perangkat Lunak.....	47
4.1.4.1. <i>Weigh In Motion Data Acquisition</i> .....	47
4.1.4.2. <i>Photogate Velocitymeter</i> .....	48
4.2. Hasil dan Pembahasan Pengujian Beban Berjalan .....	50
4.2.1. Variasi Massa Beban Berjalan.....	50
4.2.1.1. Variasi Beban Bagian Depan.....	51
4.2.1.2. Variasi Beban Bagian Tengah.....	52
4.2.1.3. Variasi Beban Bagian Belakang.....	53
4.2.1.4. Variasi Beban Posisi Tidak Menentu.....	54
4.2.1.5. Analisa Variasi Massa Terhadap Sinyal Optik <i>Fiber Sensor</i> .....	55
4.2.2. Variasi Kelajuan Beban Berjalan.....	57
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	63
5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Variasi massa beban bagian belakang.....	36
Tabel 3.2. Variasi massa beban bagian tengah.....	36
Tabel 3.3. Variasi massa beban bagian depan.....	36
Tabel 3.4. Variasi Kecepatan dengan massa beban tetap.....	36
Tabel 4.1. Persamaan garis berbagai variasi posisi penambahan massa beban.....	56



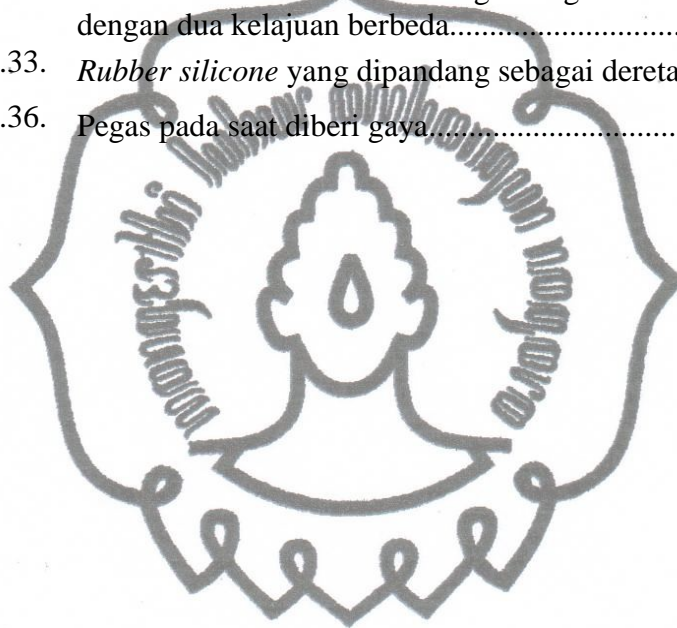
## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar	2.1. Medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus dan tegak lurus juga dengan arah gelombang.....	6
Gambar	2.2. Medan listrik pada gelombang merambat arah z.....	8
Gambar	2.3. Attenuasi medan listrik pada gelombang elektromagnetik...	9
Gambar	2.4. Pemantulan dan pembiasan cahaya.....	9
Gambar	2.5. Prinsip pemantulan cahaya.....	10
Gambar	2.6. Grafik Reflektansi TE dan TM.....	11
Gambar	2.7. Muka gelombang cahaya bergerak maju.....	12
Gambar	2.8. Perubahan kecepatan cahaya.....	12
Gambar	2.9. Mekanisme pembiasan cahaya.....	13
Gambar	2.10. Grafik Transmittansi TE dan TM.....	14
Gambar	2.11. Pemantulan internal sempurna.....	15
Gambar	2.12. Perambatan cahaya di dalam serat optik.....	16
Gambar	2.13. <i>Loss</i> Energi pada bengkokan serat optik.....	16
Gambar	2.14. Kurva $y=f(x)$ .....	17
Gambar	2.15. <i>Loss</i> Karena Lengkungan dengan Variasi Jari-Jari.....	18
Gambar	2.16. <i>Loss</i> Karena Lengkungan dengan Variasi Jari-Jari dan Jumlah Lilitan.....	19
Gambar	2.17. Intrinsik fiber optik sensor.....	20
Gambar	2.18. Ekstrinsik fiber optik sensor.....	20
Gambar	2.19. Skema kerja <i>piezoelectric</i> .....	22
Gambar	2.20. Skema kerja bending plate.....	23
Gambar	3.1. Skema perangkat alat penelitian.....	25
Gambar	3.2. Diagram alur penelitian.....	28
Gambar	3.3. Silinder Berulir.....	29
Gambar	3.4. Bahan Resin.....	29
Gambar	3.5. Cetakan resin dengan besi berulir.....	30
Gambar	3.6. <i>Rubber silicone</i> RTV 588 dengan katalis.....	30
Gambar	3.7. (a) Pompa udara dan tabung , (b) proses memasukkan <i>rubber silicone</i> dengan pompa udara.....	31
Gambar	3.8. Silinder berulir tertanam pada <i>rubber</i> .....	31
Gambar	3.9. Cetakan untuk menanam silinder berulir dengan <i>rubber silicone</i> .....	32



Gambar	3.10	Skema tempat <i>fiber sensor</i> .....	32
Gambar	3.11.	Rangkaian sumber cahaya.....	33
Gambar	3.12.	Rangkaian detektor cahaya.....	33
Gambar	3.13.	Pin out board arduino.....	34
Gambar	3.14.	Mobil RC untuk pengujian <i>fiber sensor</i> skala labolatorium. ....	35
Gambar	4.1.	Grafik transmitansi <i>fiber sensor</i> ketika diberi beban statis..	37
Gambar	4.2.	<i>set up</i> simulasi <i>weigh in motion</i> .....	38
Gambar	4.4.	Cetakan silinder berulir.....	39
Gambar	4.5.	Silinder berulir.....	40
Gambar	4.6.	<i>Fiber sensor</i> .....	40
Gambar	4.7.	Tempat <i>fiber sensor</i> .....	41
Gambar	4.8.	(a) <i>Fiber sensor</i> sebelum dilakukan tekanan, (b) <i>Fiber sensor</i> setelah dilakukan tekanan.....	41
Gambar	4.9.	Pergeseran <i>fiber sensor</i> .....	41
Gambar	4.10.	Grafik nilai transmitansi sebagai fungsi pergeseran <i>fiber sensor</i> .....	42
Gambar	4.11.	<i>loss</i> cahaya pada lekukan serat optik.....	42
Gambar	4.12	Daerah normal dan kritis pada lilitan serat optik saat ada penekanan.....	43
Gambar	4.13	Penjalaran cahaya di dalam serat optik terlilit.....	43
Gambar	4.14.	Detektor Cahaya.....	44
Gambar	4.15.	Hasil Pengujian LDR.....	45
Gambar	4.16.	Rangkaian ADC arduino.....	46
Gambar	4.17.	Hasil Pengujian ADC Arduino.....	47
Gambar	4.18.	Tampilan Program <i>Weigh In Motion Data Acquisition</i> .....	48
Gambar	4.19.	Tampilan Program <i>photogate velocitometer</i> .....	49
Gambar	4.20.	Mobil mainan sebagai beban berjalan.....	50
Gambar	4.21.	Grafik transmitansi sebagai fungsi waktu ketika <i>fiber sensor</i> dilewati beban berjalan.....	51
Gambar	4.22.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total pada variasi beban bagian depan.....	52
Gambar	4.23.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total pada variasi beban bagian tengah.....	53
Gambar	4.24.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total pada variasi beban bagian belakang.....	54
Gambar	4.25.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total pada variasi beban tidak menentu.....	55

Gambar	4.26.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total.....	56
Gambar	4.27.	Ilustrasi distribusi gaya pada beban berjalan.....	57
Gambar	4.28	Grafik <i>fiber sensor</i> ketika dilewati beban berjalan.....	58
Gambar	4.29	Contoh grafik sensor WIM ketika dilewati beban berjalan.....	58
Gambar	4.30.	Grafik tinjauan roda belakang transmitansi <i>fiber sensor</i> yang dilewati beban berjalan dengan kecepatan bervariasi.....	59
Gambar	4.31.	Grafik tinjauan roda depan transmitansi <i>fiber sensor</i> yang dilewati beban berjalan dengan kecepatan bervariasi.....	59
Gambar	4.32.	Grafik kedalaman lembah sebagai fungsi beban total dengan dua kelajuan berbeda.....	60
Gambar	4.33.	<i>Rubber silicone</i> yang dipandang sebagai deretan pegas.....	61
Gambar	4.36.	Pegas pada saat diberi gaya.....	61



## DAFTAR SIMBOL

		Satuan
$n_1$	= Indeks Bias Medium Pertama	
$n_2$	= Indeks Bias Medium Kedua	
$\theta_1$	= Sudut Sinar Datang Dengan Garis Normal	Radian Atau Derajat
$\theta_2$	= Sudut Sinar Bias Dengan Garis Normal	Radian Atau Derajat
$\theta_{kritis}$	= Sudut Kritis	Radian atau Derajat
$\theta_{maks}$	= Sudut Maksimum	Radian Atau Derajat
$\Delta$	= Indeks Bias Relatif <i>Core</i> dengan <i>Cladding</i>	
$n_{eff}$	= jumlah mode efektif	
$V$	= Parameter Serat Optik	
$\pi$	= 3,14	
$\lambda$	= Panjang Gelombang	m
$z$	= Jarak Penjalaran Gelombang Cahaya	m
$E_0$	= Medan Gelombang Awal	J
$d_p$	= Penetration Depth	
$R$	= Radius Kelengkungan Serat Optik	m
$R_c$	= Jari-jari Kritis ( <i>Critical Radius</i> )	m
$K$	= Kelengkungan	m <sup>-1</sup>
$K_{maks}$	= Kelengkungan Maksimum	m
$T$	= Transmittansi Cahaya	a.u
$I_{mod}$	= Intensitas Modulasi	Watt/m <sup>2</sup>
$I_{ref}$	= Intensitas Referensi	Watt/m <sup>2</sup>
$C_1$	= Konstanta	
$C_2$	= Konstanta	
$\alpha$	= Koefisien Atenuasi	km <sup>-1</sup>
$I_{in}$	= Intensitas Cahaya Masuk	Watt/m <sup>2</sup>
$I_{out}$	= Intensitas Cahaya Keluar Setelah N Lilitan	Watt/m <sup>2</sup>
$^{\circ}\text{C}$	= suhu	Celcius
$r$	= koefisien refleksi	
$t$	= koefisien transmisi	
$\Delta_i$	= Indeks Bias Relatif <i>Core</i> Dengan <i>Cladding</i>	
$V_{mod}$	= Tegangan Modulasi	Volt
$V_{ref}$	= Tegangan Referensi	Volt
$P_{det}$	= Daya Diterima Detektor	Watt
$P_{listrik}$	= Daya Masuk	Watt
$a$	= Faktor Kesebandingan	
$I$	= Arus Listrik	Ampere
$\Delta\alpha$	= Perubahan Sudut	Radian Atau Derajat
$\Delta_s$	= Perubahan Jarak	m
$\Delta t$	= perubahan Waktu	s
	= frekuensi sudut	radian/ detik
$k$	= faktor propagasi gelombang	
$c$	= kecepatan cahaya	m/s

$v$	= kelajuan	m/s
$W$	= Gaya Berat	N
$E_k$	= Energi kinetik	Joule
$E_p$	= Energi potensial	Joule
$I$	= Implus	N.t



## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran	1 Data Transmittansi <i>Fiber Sensor</i> Ketika Diberi Beban Statis.....	67
Lampiran	2 Data Pergeseran <i>Fiber Sensor</i> .....	73
Lampiran	3 Data Uji Adc Arduino.....	74
Lampiran	4 Data Rekaman Transmittansi Cahaya <i>Fiber Sensor</i> Ketika Dilewati Beban Berjalan.....	75
Lampiran	5 Data variasi Beban Bagian Depan.....	82
Lampiran	6 Data Variasi Beban Bagian Tengah.....	83
Lampiran	7 Data Variasi Beban Bagian Belakang.....	84
Lampiran	8 Data variasi beban tidak menentu.....	85
Lampiran	9 Data kedalaman lembah dengan dua kecepatan berbeda.	86
Lampiran	10 Data Tinjauan Transmittansi <i>Fiber Sensor</i> Yang Dilewati Beban Berjalan Dengan Kecepatan Bervariasi.....	87
Lampiran	11 Blok Diagram Program <i>Weigh In Motion Data Acquisition</i> .....	89
Lampiran	12 Blok Diagram Program <i>Photogate Velocitymeter</i> .....	90
Lampiran	13 Data Pengujian LDR.....	91
Lampiran	14 Contoh grafik transmittansi <i>fiber sensor</i> ketika dilewati beban berjalan.....	92